

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Drainase**

Menurut Suripin (2004), drainase secara umum didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan / rembesan sehingga fungsi lahan / kawasan tidak terganggu. Sistem drainase dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan membuang kelebihan air dari suatu kawasan / lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Secara garis besar drainase dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu:

- a. Drainase Permukaan adalah sistem drainase yang berkaitan dengan pengendalian aliran air permukaan
- b. Drainase Bawah Permukaan adalah sistem drainase yang berkaitan dengan pengendalian aliran air di bawah permukaan.

Drainase perkotaan merupakan sistem pengeringan dan pengaliran dari wilayah yang meliputi:

1. permukiman,
2. kawasan industri dan perdagangan,
3. kampus dan sekolah,
4. rumah sakit dan fasilitas umum,
5. lapangan olahraga,
6. parkir,
7. pelabuhan udara dan infrastruktur lainnya.

Kriteria drainase perkotaan dengan tambahan variabel desain seperti:

1. Keterkaitan dengan tata guna lahan,
2. Keterkaitan dengan *masterplan* drainase kota,
3. Keterkaitan dengan masalah sosial budaya.

## **2.2. Fungsi Drainase**

Drainase berperan penting dalam mengendalikan kelebihan aliran permukaan yang memiliki banyak fungsi lain, diantaranya (Moduti, 2011) :

1. Mengeringkan daerah genangan air,
2. Mengendalikan akumulasi limpasan air hujan yang berlebihan,
3. Mengendalikan erosi, kerusakan jalan, dan kerusakan infrastruktur,
4. Mengelola kualitas air.

## **2.3. Jenis Drainase**

Drainase memiliki banyak jenis yang dilihat dari berbagai aspek. Jenis-jenis saluran drainase dapat dibedakan sebagai berikut (Hansmar, 2002) :

1. Menurut sejarah terbentuknya

Drainase menurut sejarahnya terbentuk dari berbagai cara, berikut ini adalah proses terbentuknya drainase :

- a. Drainase Alami (*Natural Drainage*), drainase yang terbentuk secara alami dan tidak terdapat bangunan penunjang seperti bangunan pelimpah, pasangan batu/beton, gorong-gorong, dan lainnya. Saluran ini terbentuk oleh gerusan air bergerak karena adanya gravitasi yang terjadi secara terus

menerus yang kemudian membentuk jalan air permanen seperti sungai.

- b. Drainase Buatan (*Artificial Drainage*), drainase yang dibuat dengan maksud dan tujuan tertentu sehingga memerlukan bangunan khusus seperti pasangan batu /beton, gorong-gorong, dan pipa.

## 2. Menurut letak bangunannya

Drainase menurut letak bangunannya terbagi dalam beberapa bentuk. Berikut ini bentuk drainase menurut letak bangunannya :

- a. Drainase Permukaan Tanah (*Surface Drainage*), saluran yang berada di atas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan. Analisa alirannya merupakan analisa *Open Channel Flow*.
- b. Drainase Bawah Permukaan Tanah (*Sub Surface Drainage*), saluran yang bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media di bawah tanah (pipa) karena alasan tertentu.

## 3. Menurut fungsinya

Drainase berfungsi untuk mengalirkan air limpasan dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah, berikut ini jenis drainase menurut fungsinya :

- a. *Single Purpose*, saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan saja, misalnya air hujan atau air buangan lainnya.
- b. *Multi Purpose*, saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis air buangan baik secara bercampur ataupun bergantian, misalnya air buangan rumah tangga dan air hujan secara bersamaan.

## 4. Menurut konstruksinya

Dalam merancang sistem drainase terlebih dahulu harus diketahui jenis

konstruksinya, berikut ini adalah jenis drainase menurut konstruksinya:

- a. Saluran Terbuka, saluran yang konstruksi bagian atasnya terbuka dan berhubungan dengan udara luar. Saluran ini lebih sesuai untuk drainase hujan yang terletak di daerah yang mempunyai luas lahan yang cukup.
- b. Saluran Tertutup, saluran yang konstruksi bagian atasnya tertutup dan saluran ini tidak berhubungan dengan udara luar. Saluran ini digunakan untuk aliran kotor dan air limpasan yang biasanya terletak di bawah badan jalan.

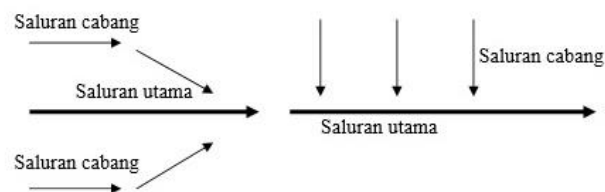
#### 5. Menurut pola jaringan drainase

- a. Siku, dibuat pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dari elevasi sungai. Sungai sebagai saluran pembuangan akhir berada di tengah kota.



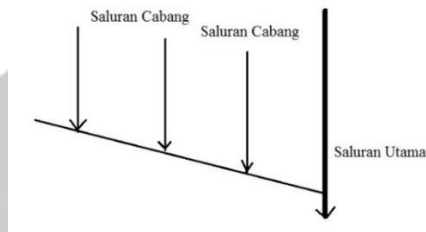
Gambar 2.1. Pola Jaringan Drainase Siku (Hasmar, 2002)

- b. Paralel, saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang. Dengan saluran cabang (sekunder) yang cukup banyak dan pendek. Apabila terjadi perkembangan kota saluran- saluran tersebut dapat disesuaikan.



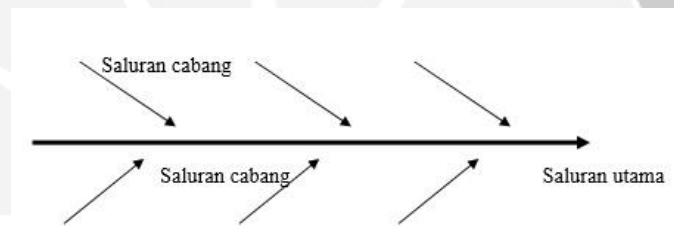
Gambar 2.2. Pola Jaringan Drainase Pararel (Hasmar, 2002)

- c. *Grid Iron*, untuk daerah yang sungainya terletak di pinggir kota, sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpul.



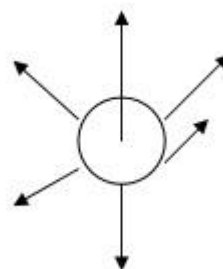
Gambar 2.3. Pola Jaringan Drainase *Grid Iron* (Hasmar, 2002)

- d. Alamiah, pola jaringan yang hampir sama dengan pola siku, namun jaringan saluran cabang tidak selalu berbentuk siku terhadap saluran utama.



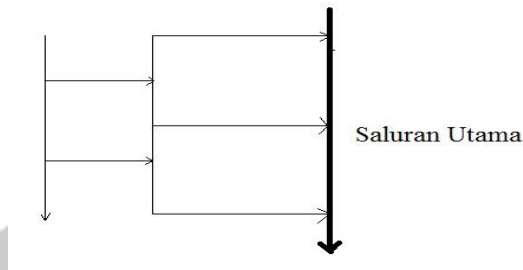
Gambar 2.4. Pola Jaringan Drainase Alamiah (Hasmar, 2002)

- e. Radial, pola jaringan yang mengalirkan air dari sumber air memencar ke berbagai arah, pola ini sangat cocok pada daerah yang berbukit.



Gambar 2.5. Pola Jaringan Drainase Radial (Hasmar, 2002)

- f. Jaring- Jaring, pola yang mempunyai saluran pembuang yang mengikuti arah jalan raya dan cocok untuk daerah yang topografinya datar.



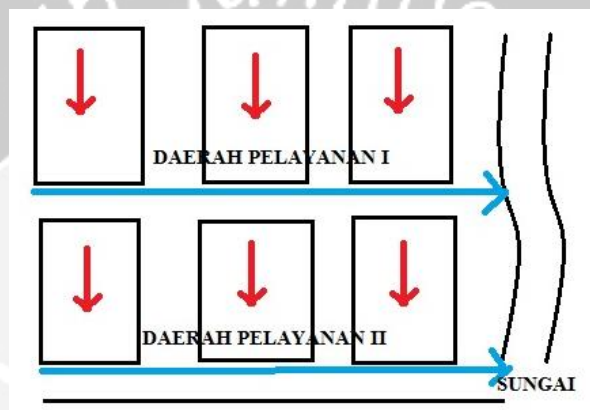
Gambar 2.6. Pola Jaringan Drainase Jaring-Jaring (Hasmar, 2002)

#### 2.4 Daerah Tangkapan Hujan (*Catchment Area*)

Menurut Sri Harto Br (1995), daerah tangkapan hujan adalah suatu daerah tadah hujan dimana air mengalir pada permukaannya ditampung oleh saluran yang bersangkutan. Sistem drainase yang baik yaitu apabila ada hujan harus segera di buang, untuk itu dibuat saluran yang menuju saluran utama. Supaya air dapat dialirkan dengan optimal dan efektif, maka perlu ditentukan daerah tangkapan hujan, sehingga sistem pengalirannya sesuai dengan kondisi daerah tangkapnya tergantung pada kondisi lapangan suatu daerah dan topografi suatu wilayah di sekitar saluran yang bersangkutan yang merupakan daerah tangkap dan mengairkan air hujan ke saluran drainase. Untuk menentukan daerah tangkap hujan sekitar drainase dapat dengan membagi luas lahan yang ditinjau.

Daerah pelayanan merupakan suatu daerah yang memiliki jaringan drainase mulai dari hulu hingga ke suatu muara pembuang tersendiri sehingga jaringan drainasenya terpisah dengan jaringan drainase pelayanan lainnya. Daerah pelayanan terdiri dari satu atau lebih daerah aliran. Daerah aliran adalah daerah yang dibatasi oleh batas-batas topografi sehingga air yang menggenangnya tidak membebani daerah aliran lain. Membagi suatu daerah menjadi beberapa daerah

pelayanan mempunyai keuntungan, yaitu luas daerah genangan menjadi lebih kecil sehingga debit rencana yang dialirkan ke saluran relatif lebih kecil, dan akhirnya dapat memberikan dimensi saluran yang lebih efisien. Selain itu dapat menghindari terjadinya kemungkinan letak elevasi datar saluran atau elevasi permukaan air di saluran berada di bawah elevasi muka air sungai.



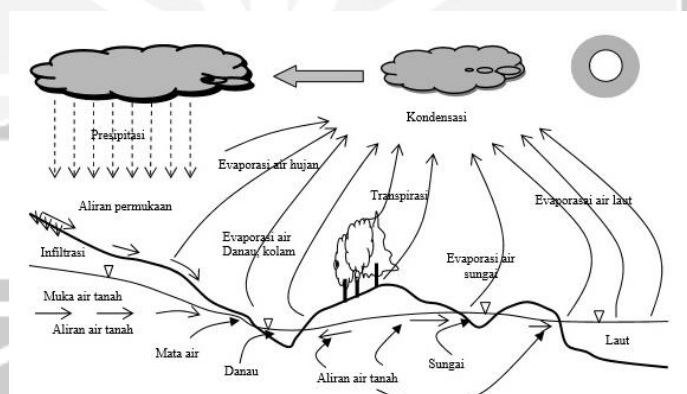
Gambar 2.7 Daerah Pelayanan dan Daerah Aliran

## 2.5. Hidrologi

Hidrologi merupakan suatu ilmu yang menjelaskan tentang kehadiran gerakan air di alam ini, yang meliputi berbagai bentuk air yang menyangkut perubahannya seperti keadaan zat cair, padat, gas dalam atmosfer di atas dan di bawah permukaan tanah. Di dalamnya tercakup pula air laut yang merupakan sumber dan penyimpanan air yang mengaktifkan kehidupan di bumi. Sebagian besar perencanaan bangunan sipil memerlukan analisa hidrologi dan salah satunya adalah perencanaan drainase (Soemarto, 1999).

## 1. Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi merupakan proses kontinyu dimana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali ke bumi lagi. Air di permukaan tanah dan laut menguap ke udara. Uap air tersebut bergerak dan naik ke atmosfer, yang kemudian mengalami kondensasi dan berubah menjadi titik-titik air yang berbentuk awan. Selanjutnya titik air tersebut jatuh sebagai hujan ke permukaan laut dan daratan. Hujan jatuh sebagian tertahan oleh tumbuhan (intersepsi) dan selebihnya sampai ke permukaan tanah. Sebagian air akan meresap ke permukaan tanah (infiltrasi) dan sebagian mengalir di atas permukaan tanah (aliran permukaan/*surface run off*) mengisi cekungan tanah, danau, dan masuk ke sungai an akhirnya ke laut. (Triatmodjo, 2006)



Gambar 2.8. Siklus Hidrologi

## 2. Curah Hujan

Curah hujan diperlukan untuk mengetahui profil muka air sungai dan untuk rancangan suatu drainase diperlukan hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah atau daerah dan dinyatakan dalam millimeter.



Cara menentukan curah hujan rerata harian maksimum daerah dilakukan berdasarkan pengamatan beberapa stasiun pencatat hujan. Perhitungan curah hujan rata-rata maksimum ini dapat menggunakan beberapa metode, diantaranya menggunakan metode rata-rata aljabar, Garis Isohiet, dan Poligon Thiessen

a. Cara rata-rata aljabar

$$\bar{R} = \frac{1}{n} (R_1 + R_2 + \dots + R_n) \quad (2-1)$$

Keterangan :

$\bar{R}$  = Curah hujan rata-rata rendah

$n$  = Jumlah titik atau pos pengamatan

$R_1, R_2, \dots, R_n$  = Curah hujan tiap titik pengamatan

b. Cara Garis Isohiet

Peta Isohiet digambarkan pada peta topografi dengan perbedaan (interval) 10 mm sampai 20 mm berdasarkan data curah hujan pada titik-titik pengamatan di dalam dan di sekitar daerah yang dimaksud. Luas daerah antara dua garis isohiet yang berdekatan diukur dengan planimeter. Demikian pula harga rata-rata dari garis-garis isohiet yang berdekatan yang termasuk bagian daerah itu dapat dihitung. Curah hujan daerah tersebut dapat dihitung menurut persamaan berikut :

$$\bar{R} = \frac{(A_1 R_1 + A_2 R_2 + \dots + A_n R_n)}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2-2)$$

Keterangan :

$\bar{R}$  = Curah hujan daerah

$A_1, A_2, \dots, A_n$  = Luas daerah yang mewakili titik pengamatan

$R_1, R_2, \dots, R_n$  = Curah hujan tiap titik pengamatan

c. Metode Poligon Thiessen

Cara ini memberikan bobot tertentu untuk setiap stasiun hujan dengan pengertian bahwa setiap stasiun hujan mewakili hujan dalam suatu daerah dengan luas tertentu. Luas termasuk faktor koreksi bagi hujan di stasiun yang bersangkutan. Luas tiap daerah tersebut diperoleh dengan cara berikut:

- 1) Semua stasiun yang terdapat dalam dihubungkan dengan garis sehingga terbentuk jaringan segitiga-segitiga.
- 2) Pada masing-masing segitiga ditarik garis sumbu, dan semua garis sumbu tersebut membentuk poligon.
- 3) Luas daerah yang hujannya dianggap mewakili oleh satu stasiun yang bersangkutan adalah daerah yang dibatasi oleh garis-garis poligon tersebut atau batas DAS.

Luas relatif daerah ini dengan luas DAS merupakan faktor koreksinya. Rumus yang digunakan sebagai berikut (Soemarto, 1999):

$$\bar{d} = \frac{(A_1 d_1 + A_2 d_2 + \dots + A_n d_n)}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2-3)$$

$$\bar{d} = p_1 d_1 + p_2 d_2 + \dots + p_n d_n \quad (2-4)$$

Keterangan :

$\bar{d}$  = Curah hujan daerah

$d_n$  = Curah hujan tiap titik pengamatan

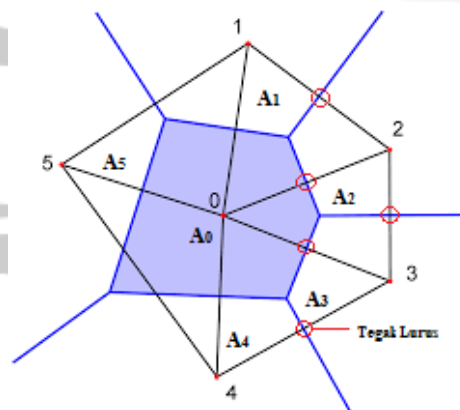
$A_n$  = Luas daerah yang mewakili titik pengamatan

$P_n$  = Curah hujan tiap titik pengamatan ( $A_n / \sum A$ )

Prosedur untuk mendapatkan curah hujan maksimum harian rerata daerah adalah sebagai berikut:

- a) Tentukan curah hujan harian maksimum pada stasiun-stasiun lain pada bulan untuk tiap stasiun.
- b) Cari besarnya curah hujan pada tiap stasiun lain pada bulan kejadian dan tahun yang sama.
- c) Dalam tahun sama, dicari hujan maksimum tahunan untuk stasiun berikutnya.
- d) Dengan Metode Thiessen dipilih salah satu yang tertinggi pada tiap tahun.

Data curah hujan yang terpilih adalah data hujan maksimum daerah:



Gambar 2.9 Poligon Thiesen

Keterangan :

$A_0, A_1, \dots, A_5$  = Luas Daerah Penakar Hujan

0, 1, 2, ..., 5 = Stasiun Pencatat Hujan

### 3. Data Screening

Data *Screening* dilakukan untuk memeriksa kesalahan pencatatan data curah hujan yang diakibatkan oleh beberapa hal, seperti contoh kelalaian petugas pengamatan curah hujan. Data screening terdiri dari beberapa pengujian yang harus dilakukan, yaitu uji ketiadaan trend, uji homogenitas, dan uji persistensi.

#### a. Uji Ketidadaan *Trend*

Uji ketidadaan *Trend* dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui ada tidaknya trend atau variasi dalam data. Apabila ada *trend* maka data tidak disarankan dalam analisis hidrologi. Data yang baik adalah data yang homogen, artinya data berasal dari populasi yang sama jenis. Uji ketidadaan trend dapat dilakukan dengan beberapa metode, antara lain Uji Korelasi Peringkat (KP) dengan Metode Spearman, Uji Mann dan Whitney, dan Uji Tanda dengan Metode Cox dan Stuart.

Dalam perhitungan ini, digunakan uji ketidadaan trend dengan menggunakan Uji Korelasi Peringkat dengan Metode Spearman. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- 1) Perumusan  $H_0$  : data tidak mempunyai trend ( $R_t$  dan  $T_t$  independen, tidak saling tergantung)
- 2) Perumusan  $H_1$  : data mempunyai trend
- 3) Derajat kepercayaan ( $\alpha$ ) : 0,05
- 4) Statistik uji : koefisien korelasi peringkat Spearman, uji t

$$KP = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n dt^2}{n^3 - n}; R_t - T_t = dt \quad (2-5)$$

5) Hitung nilai t

$$t = KP \left[ \frac{n-2}{1-KP^2} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2-6)$$

Keterangan :

KP = koefisien korelasi

t = nilai distribusi t, dengan dk = n - 2

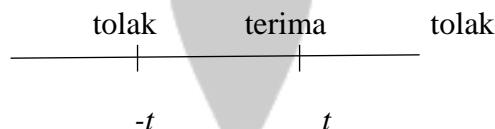
T<sub>t</sub> = peringkat dari tahun terkecil sampai dengan terbesar

R<sub>t</sub> = peringkat curah hujan dari yang terbesar sampai yang terkecil

dt = selisih antara R<sub>t</sub> dan T<sub>t</sub>

6) Penarikan kesimpulan, ditunjukkan pada gambar 2.10

Pembacaan t tabel dilakukan dengan cara, menentukan derajat kebebasan terlebih dahulu, dengan rumus:  $Dk = n - 2$ , Kemudian dilakukan pembacaan t, nilai t yang dibaca menyesuaikan nilai  $\alpha = 0,05$  dan pada pembacaan nilai t dilakukan dalam dua arah, sehingga t yang dibaca adalah  $= 1 - 0,05/2 = 0,975$ . Dari nilai t hitung yang didapat, kemudian dibandingkan terhadap t tabel.



Gambar 2.10 Penarikan Kesimpulan Uji Ketiadaan Trend

b. Uji Stasioner

Uji stasioner dimaksudkan untuk menguji kestabilan nilai varian dan rata-rata dari deret berkala. Pengujian nilai varian dari deret berkala dilakukan dengan Uji-F. Cara yang digunakan yaitu data dibagi dalam dua kelompok. Dalam setiap kelompok diuji dengan menggunakan distribusi F. Apabila nilai varian stabil, maka dilanjutkan dengan menguji kestabilan nilai rata-ratanya. Apabila nilai varian tidak stabil, maka tidak perlu menguji kestabilan nilai rata-rata. Langkah-langkah Uji Homogenitas adalah sebagai berikut:

- 1) Kestabilan varian (*F test*)
  - a) Perumusan  $H_0$  : varian stabil
  - b) Perumusan  $H_1$  : varian tidak stabil
  - c) derajat kepercayaan ( $\alpha$ ) : 0,05
  - d) Penentuan statistik uji dan daerah kritis:

$$F = \frac{n_1 S_1^2 (n_2 - 1)}{n_2 S_2^2 (n_1 - 1)} \quad (2-7)$$

$S_1$  dan  $S_2$  (simpangan baku kelompok 1 dan 2)

- e) Perhitungan statistik uji
  - f) Penarikan kesimpulan
- 2) Kestabilan rata-rata (*t test*)
  - a) Perumusan  $H_0$  : Rata – rata stabil
  - b) Perumusan  $H_1$  : Rata - rata tidak stabil
  - c) derajat kepercayaan ( $\alpha$ ) : 0,05
  - d) Hitung t

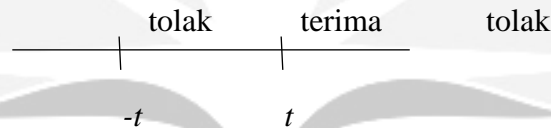
$$t = \frac{x_1 - x_2}{\sigma(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2})^{\frac{1}{2}}} \quad (2-8)$$

e) Statistik uji :

$$\sigma = n_1 S_1^2 + n_2 S_2^2 \left( \frac{n_1 S_1^2 + n_2 S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \right)^{1/2} \quad (2-9)$$

f) Penarikan kesimpulan, ditunjukkan pada gambar 2.11.

Pembacaan t tabel dilakukan dengan cara, menentukan derajat kebebasan terlebih dahulu, dengan rumus:  $Dk = n_1 + n_2 - 2$ . Kemudian dilakukan pembacaan t, nilai t yang dibaca menyesuaikan nilai  $\alpha = 0,05$  dan pada pembacaan nilai t dilakukan dalam dua arah, sehingga t yang dibaca adalah  $1 - 0,05/2 = 0,975$ . Dari nilai hitung yang didapat, kemudian dibandingkan terhadap t tabel.



Gambar 2.11 Penarikan Kesimpulan Uji Homogenitas (Stasioner)

#### c. Uji Persistensi (keacakan)

Uji persistensi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah data yang diuji berasal dari sampel acak atau tidak dan bebas atau tidak. Acak artinya mempunyai peluang yang sama untuk dipilih, sedangkan bebas artinya data tidak tergantung waktu, data yang dipilih, kejadian tidak tergantung data yang lainnya dalam suatu populasi yang sama. Persistensi diartikan sebagai ketidak tergantungan dari setiap nilai dalam deret berkala. Uji persistensi dapat dilakukan dengan menghitung

korelasi serial, misalnya dengan Metode Spearman. Langkah – langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut.

- 1) Perumusan  $H_0$  : data acak
- 2) Perumusan  $H_1$  : data tidak acak
- 3) derajat kepercayaan ( $\alpha$ ) : 0,05
- 4) Penentuan statistik uji : koefisien korelasi peringkat Spearman, uji t

$$KS = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{m^3 - m} \quad (2-10)$$

- 5) Hitung t

$$t = KS \left[ \frac{m-2}{1-KS^2} \right]^{1/2} \quad (2-11)$$

Keterangan:

$KS$  = koefisien korelasi serial  $m = n - 1$

$n$  = jumlah data  $d_i$  = beda peringkat data ke 1 dan  $i+1$

$t$  = nilai dari distribusi  $t$  pada derajat kebebasan  $m - 2$  dan derajat kepercayaan tertentu (umumnya dipakai 5% ditolak, atau 95% diterima)

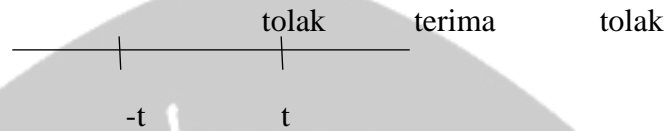
$dk = m - 2$

- 6) Penarikan kesimpulan (ditunjukkan pada gambar 2.12)

Pembacaan  $t$  tabel dilakukan dengan cara, menentukan derajat kebebasan terlebih dahulu, dengan rumus:  $Dk = n_1 + n_2 - 2$ . Kemudian dilakukan pembacaan  $t$ , nilai  $t$  yang dibaca menyesuaikan nilai  $\alpha = 0,05$  dan pada pembacaan nilai  $t$  dilakukan dalam satu arah,



sehingga  $t$  yang dibaca adalah  $= 1 - 0,05 = 0,95$ . Dari nilai  $t$  hitung yang didapat, kemudian dibandingkan terhadap  $t$  tabel.



Gambar 2.12 Penarikan Kesimpulan Uji Persistensi (Keacakan)

#### 4. Analisa frekuensi

Analisa frekuensi dimaksudkan untuk menentukan jenis distribusi yang sesuai dengan data yang tersedia untuk memperoleh curah hujan rencana. Pemilihan jenis distribusi curah hujan yang sesuai berdasarkan pada nilai koefisien saimetri, koefisien variasi, koefisien kurtosis yang diperoleh dari harga table parameter statistik dengan persamaan (Soemarto,1999) :

Koefisien Asimetri ( $C_s$ ) :

$$C_s = \frac{n \sum (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (2-12)$$

Koefisien Variasi ( $C_v$ ) :

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} \quad (2-13)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}} \quad (2-14)$$

Koefisien Kurtosis ( $C_k$ ) :

$$C_k = \frac{n \sum (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \quad (2-15)$$

Keterangan :

$n$  = Banyak data

$\bar{X}$  = Harga rerata data (mm)

- $C_v$  = Koefisien Variasi  
 $C_s$  = Koefisien Asimetri  
 $C_k$  = Koefisien Kurtosis

Syarat yang harus digunakan untuk distribusi adalah

- a. Apabila harga  $C_s$  = bebas,  $C_k$  = bebas, maka distribusi yang dipakai adalah Log Pearson III
  - b. Apabila harga koefisien asimetri mendekati tiga kali besar variasi ( $C_s = 3$  kali  $C_v$ ), maka distribusi yang dipakai adalah Log Normal
  - c. Apabila harga  $C_s = 1.1369$ ,  $C_k = 5.4002$ , maka distribusi yang dipakai adalah Gumble.
5. Analisis curah hujan rencana

Penentuan curah hujan rencana diperlukan untuk ditransformasikan menjadi debit rencana. Secara definisi curah hujan rencana adalah hujan terbesar yang mungkin terjadi disuatu daerah pada periode ulang tertentu yang dipakai sebagai dasar perhitungan perencanaan suatu bangunan.

Metode yang digunakan untuk menghitung hujan rencana antara lain Metode Distribusi Normal, Metode Gumble, dan Metode Log Pearson III.

- a. Metode Distribusi Normal

Langkah dalam perhitungan curah hujan rencana berdasarkan perhitungan Normal sebagai berikut (Suripin, 2004):

Dengan menggunakan persamaan

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot S \quad (2-16)$$

Dimana

$$K_T = \frac{X_T - \bar{X}}{S} \quad (2-17)$$

Keterangan :

$X_T$  = Perkiraan nilai dengan periode ulang T Tahun

$\bar{X}$  = Harga rerata data (mm)

$K_T$  = Nilai Kala Ulang

$S$  = Deviasi standar

Tabel 2.1 Nilai faktor koreksi  $K_r$  ( Nilai variable reduksi Gauss)

No.	Periode Ulang, T (tahun)	Peluang	KT
1	1,001	0,999	-3,05
2	1,005	0,995	-2,58
3	1,010	0,990	-2,33
4	1,050	0,950	-1,64
5	1,110	0,900	-1,28
6	1,250	0,800	-0,84
7	1,330	0,750	-0,67
8	1,430	0,700	-0,52
9	1,670	0,600	-0,25
10	2,000	0,500	0
11	2,500	0,400	0,25
12	3,330	0,300	0,52
13	4,000	0,250	0,67
14	5,000	0,200	0,84
15	10,000	0,100	1,28
16	20,000	0,050	1,64
17	50,000	0,020	2,05
18	100,000	0,010	2,33
19	200,000	0,005	2,58
20	500,000	0,002	2,88
21	1.000,000	0,001	3,09

(Suripin, 2004)

b. Metode ekstrim *Value* Tipe I (distribusi Gumbel)

Factor frekuensi untuk distribusi ini dapat dihitung dengan menggunakan

persamaan berikut :

1. Besarnya curah hujan rata-rata dengan rumus :

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} \quad (2-18)$$

2. Hitung standar deviasi dengan rumus :

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{(n-1)}} \quad (2-19)$$

3. Hitung besarnya curah hujan untuk periode ulang t tahun dengan rumus :

$$X_t = \bar{X} + \frac{(Y_t - Y_n)}{S_n} S_x \quad (2-20)$$

Keterangan :

$X_t$  = Besarnya curah hujan untuk t tahun (mm)

$Y_t$  = Besarnya curah hujan rerata untuk t tahun (mm)

$Y_n$  = *Reduce mean deviasi* berdasarkan sampel n

$S_n$  = *Reduce standart deviasi* berdasarkan sampel n

$n$  = Jumlah tahun yang ditinjau

$S_x$  = Standar deviasi (mm)

$\bar{X}$  = Curah hujan rerata data (mm)

$X$  = Curah hujan Maximum (mm)

Hubungan periode ulang dengan curah hujan rerata dapat dilihat pada tabel 2.2

Table 2.2 Periode ulang untuk T tahun

T	Curah hujan rata - rata
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2502
20	2,9702
25	3,1985
50	3,9019

(Soemarto, 1987)

c. Metode Log Pearson III

Data hujan harian maksimum tahunan sebanyak  $n$  tahun diubah dalam bentuk logaritma. Langkah dalam perhitungan curah hujan rencana berdasarkan perhitungan Log Pearson II sebagai berikut (Soemarto, 1999):

1. Hitung rerata logaritma dengan rumus :

$$\text{Log}\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log}X_i}{n} \quad (2-21)$$

2. Hitung simpangan baku dengan rumus :

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log}X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}} \quad (2-22)$$

3. Hitung koefisien kepencengan dengan rumus :

$$C_s = \frac{n \times \sum_{i=1}^n (\text{Log}X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S_x^3} \quad (2-23)$$

4. Hitung logaritma curah hujan rencana dengan periode ulang tertentu:

$$\text{Log} X_r = \text{Log}\bar{X} + (K \cdot S_x) \quad (2-24)$$

Dengan harga  $G$  diperoleh berdasarkan harga  $C_s$  dan tingkat probabilitasnya yang dapat dilihat pada Tabel 2.3. Curah hujan rencana dengan periode tertentu adalah harga antiLog  $X_t$  dimana :

$\text{Log} X_T$  = Logaritma curah hujan rencana dengan kala ulang tahun

$\text{Log}\bar{X}$  = Rerata logaritma data

$n$  = Banyak tahun pengamatan

$S_x$  = Standar deviasi

$C_s$  = Koefisien kemencengan

$K$  = Koefisien Frekuensi

Tabel 2.3. Distribusi Log Pearson III untuk Koefisien Kemencengan Cs

Koefisien Cs	Waktu balik dalam tahun							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
3,0	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970	7,250
2,5	-0,360	0,518	1,250	2,262	3,048	3,854	4,652	6,600
2,2	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,444	6,200
2,0	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298	5,910
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147	5,660
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990	5,390
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828	5,110
1,2	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661	4,820
1,0	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489	4,540
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401	4,395
0,8	-0,132	0,780	1,336	1,998	2,453	2,891	3,312	4,250
0,7	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223	4,105
0,6	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132	3,960
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041	3,815
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949	3,670
0,3	-0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856	3,525
0,2	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763	3,380
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670	3,235
0	0	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576	3,090
-0,1	0,017	0,836	1,270	1,716	2,000	2,252	2,482	2,950
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388	2,810
-0,3	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294	2,675
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,540
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,400
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016	2,275
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926	2,150
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733	1,837	2,035
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749	1,910
-1,0	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664	0,180

(Soemarto, 1999)

## 6. Uji Kebaikan Suai

Ada dua cara yang dapat dilakukan untuk menguji apakah jenis distribusi yang dipilih sesuai dengan data yang ada, yaitu uji Chi-kuadrat dan uji Smirnov Kolmogorov (Sri Harto, 1991). Tetapi dalam penelitian ini dilakukan uji Chi-kuadrat saja karena dalam pengujian ini merupakan parametik. Uji Chi-kuadrat menggunakan nilai  $\chi^2$  yang dapat dihitung dengan persamaan berikut:

1. Nyatakan hipotesis nol-nya bahwa  $H_0$  adalah kesesuaian yang baik,
2. Pilih hipotesis alternatif  $H_1$  yaitu kesesuaian yang buruk,
3. Tentukan taraf nyatanya  $\alpha$ ,
4. Pilih statistik uji yang sesuai dan kemudian tentukan wilayah kritiknya (akan jatuh di ekor kanan sebaran chi-kuadratnya). Pengujian ini dilakukan dengan metode uji chi-kuadrat,

$$X^2 = \frac{\sum (Of - Ef)^2}{Ef} \quad (2-25)$$

keterangan :

$X^2$  = nilai Chi-kuadrat terhitung

$Ef$  = frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya

$Of$  = frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama

$N$  = jumlah sub kelompok dalam satu grup

5. Nilai  $X^2$  yang diperoleh harus lebih kecil dari nilai  $X^2_{cr}$  (Chi-kuadrat kritik), untuk suatu derajat nyata tertentu, yang diambil 5%. Derajat kebebasan dihitung dengan persamaan :

$$Dk = K - (\alpha + 1) \quad (2-26)$$

keterangan :

DK = derajat kebebasan

K = banyaknya kelas

$\alpha$  = banyaknya keterikatan, untuk uji Chi-kuadrat adalah 2

6. Keputusan : Tolak  $H_0$  bila nilai statistik uji tersebut jatuh dalam wilayah kritiknya, sedangkan bila nilai itu jatuh di luar wilayah kritiknya, diperoleh  $H_0$ .

## 2.6 Kala Ulang Minimum

Perencanaan dalam mengatasi drainase pada umumnya ditentukan dengan suatu kala misalnya 10, 25, 50, atau 100 tahun, sehingga drainase akan aman jika debit banjir yang terjadi tidak melebihi debit banjir rencana kala ulang tersebut. Di samping itu, dalam perencanaan saluran drainase periode ulang yang digunakan tergantung dari fungsi saluran serta daerah tangkapan hujan. Kriteria periode ulang dapat dilihat dalam tabel 2.4

Tabel 2.4. Kriteria Periode Ulang

Jenis Lahan / Guna Lahan	Periode Ulang (Tahun)
1. Jalan Tol	10
2. Jalan Arteri	10
3. Jalan Kolektor	10
4. Jalan Biasa	10
5. Perumahan	2 - 5
6. Pusat Perdagangan	2 - 10
7. Pusat Bisnis	2 - 10
8. Landasan Terbang	5

(Notodihardjo, 1998)



## 2.7 Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan persatuan waktu (Suripin, 2004). Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi, dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. Besarnya intensitas hujan berbeda-beda tergantung dari lamanya curah hujan yang diperoleh dengan cara melakukan analisis data hujan, baik secara statistik maupun empiris. Besarnya intensitas hujan pada kondisi yang ditimbulkan sesuai dengan derajat hujanya dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2.5. Deajat Curah Hujan dan Intensitas Curah Hujan

Derajat Curah Hujan	Intensitas Curah Hujan (mm/jam)	Kondisi
Hujan sangat lemah	< 1.20	Tanah agak basah atau dibasahi sedikit
Hujan lemah	1.20 - 3.00	Tanah menjadi basah semuanya, tetapi sulit membuat <i>puddle</i>
Hujan normal	3.00 - 18.0	Dapat dibuat <i>puddle</i> dan bunyi hujan kedengaran
Hujan deras	18.0 - 60.3	Air genangan diseluruh permukaan
Hujan sangat deras	> 60.3	Tanah dan bunyi keras hujan terdengar berasal dari genangan. Hujan seperti tumpahan, saluran dan drainase meluap.

(Suripin, 2004)

Data curah hujan suatu waktu tertentu (beberapa menit) yang tercatat pada alat otomatis dapat dirubah menjadi intensitas curah hujan per jam. Misalnya untuk mengubah hujan 5 menit menjadi intensitas curah hujan per jam, maka curah hujan ini dikalikan dengan 60/5, demikian pula 10 menit dikalikan dengan 60/10. Menurut mononobe, intensitas hujan (I) di dalam rumus rasional dapat dihitung dengan rumus (Suripin, 2004)

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[ \frac{24}{T_c} \right]^{2/3} \text{ mm/jam} \quad (2-27)$$

Keterangan :

$R_{24}$  = Curah hujan rancangan setempat (mm)

$T_c$  = Lama waktu konsentrasi (jam)

$I$  = Intensitas hujan (mm)

## 2.8 Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengalirkan aliran air dari titik paling jauh pada daerah aliran ke titik kontrol yang ditentukan di bagian hilir suatu aliran (Suripin, 2004). Waktu konsentrasi dibagi menjadi 2 yaitu:

- Inlet time* ( $t_0$ ) , waktu yang diperlukan air untuk mengalir diatas permukaan tanah menuju saluran drainase
- Conduit Time* ( $T_d$ ), waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir disepanjang saluran sampai ke titik kontrol dibagian hilir

$$T_c = t_0 + t_d \quad (2-28)$$

dengan:

$$t_0 = \left( \frac{2}{3} \cdot 3,28 \cdot L_o \cdot \frac{n}{\sqrt{S_o}} \right)^{0,167} \text{ menit} \quad (2-29)$$

$$t_d = \frac{L_s}{60 \cdot V} \text{ menit} \quad (2-30)$$

Keterangan :

$S$  = kemiringan lahan

$L$  = panjang lintasan aliran di atas permukaan lahan (m)

$L_s$  = panjang lintasan aliran di dalam saluran/sungai (m)

$V$  = kecepatan aliran di dalam saluran (m/s)

$n$  = Koefisien kekasaran, untuk aspal dan beton  $n = 0,13$

Waktu konsentrasi dapat ditentukan dengan menggunakan perkiraan kecepatan air seperti diperlihatkan pada tabel 2.6

Tabel 2.6 Hubungan Bahan dengan Kecepatan Aliran Air ( $V_o$ )

Jenis Bahan	Kecepatan aliran air yang diizinkan (m/detik)
Pasir halus	0,45
Lempung kepasiran	0,50
Lanau aluvial	0,60
Kerikil halus	0,75
Lempung kokoh	0,75
Lempung padat	1,10
Kerikil kasar	1,20
Jalan Aspal	0,90
Batu - batu besar	1,50
Pasangan batu	1,50
Beton	1,50
Beton bertulang	1,50

(Hadihardjaja, 1997)

Kemiringan dasar saluran memengaruhi kecepatan aliran air dalam saluran. hubungan kemiringan dasar saluran terhadap kecepatan aliran rata-rata diperlihatkan pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7. Hubungan Kemiringan Dasar Saluran dengan Kecepatan Saluran

Kemiringan Rerata Dasar Saluran (%)	Kecepatan Rerata (m/detik)
< 1.00%	0,40
1.00 - 2.00	0,60
2.00 - 4.00	0,90
4.00 - 6.00	1,20
6.00 - 10.00	1,50
10.00 - 15.00	2,40

(Hadihardjaja, 1997)

## 2.9 Koefisien panampungan

Menurut Notodihardjo (1998), daerah penampung adalah suatu tadah hujan yang aliran airnya mengalir pada permukaanya ditampung oleh saluran yang bersangkutan. Untuk dapat memungkinkan daya tamping saluran, sehingga mempengaruhi saluran puncak yang dihitung atas dasar metode rasional harus dikalikan dengan koefisien penampungan, untuk menentukan nilai  $C_s$  dapat digunakan persamaan sebagai berikut,

$$C_s = \frac{2t_c}{2t_c + t_d} \quad (2-31)$$

Keterangan :

$C_s$  = koefisien penampungan

$t_c$  = waktu konsentrasi (jam)

$t_d$  = waktu pengaliran air dalam saluran (jam)

## 2.10 Kemiringan Dasar Saluran ( $S_0$ )

Kemiringan dasar saluran digunakan dalam menentukan nilai waktu konsentrasi dan mempengaruhi kecepatan aliran air dalam saluran, kemiringan dasar saluran dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Subarkah, 1980),

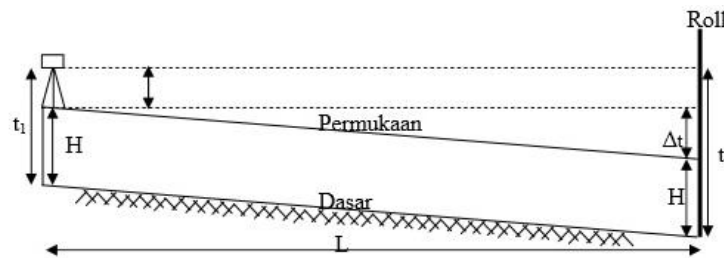
$$S_0 = \frac{\Delta t}{L} = \frac{(t_2 - t_1)}{L} \quad (2-32)$$

Keterangan :

$S_0$  = Kemiringan dasar saluran

$\Delta t$  = Selisih tinggi dasar saluran antara di hulu dan hilir drainase

$L$  = Panjang saluran



Gambar 2.13 Pengukuran Kemiringan Saluran

### 2.11 Debit Rencana dengan Metode Rasional

Debit rencana merupakan faktor untuk mendisain suatu saluran drainase yang optimal yang menentukan sampai berapa tinggi genangan air yang diperoleh agar tidak menimbulkan kerugian yang berarti. Faktor yang menentukan seberapa tinggi genangan air yang diperoleh agar tidak menimbulkan kerugian berarti adalah luas daerah yang tergenang dan lama waktu genangannya. Suatu daerah perkotaan umumnya merupakan bagian dari suatu daerah aliran yang lebih luas dan di daerah aliran ini sudah ada drainase alami. Perentangan dan pengembangan sistem bagi suatu daerah perkotaan yang baru harus diselaraskan dengan sistem drainase alami yang sudah ada, agar keadaan aslinya dapat dipertahankan sejauh mungkin.

Menghitung besarnya debit rencana umumnya menggunakan metode rasional. Hal ini karena relatif daerah aliran tidak terlalu luas, kehilangan air sedikit, dan waktu konsentrasi relative pendek. Apabila luas daerah lebih kecil dari  $0.8 \text{ km}^2$ , alirannya tidak melebihi kira-kira 80 Ha. Kapasitas pengaliran dihitung dengan metode rasional adalah sebagai berikut (Subarkah, 1980):

$$Q = \alpha \cdot \beta \cdot I \cdot A \quad (2-33)$$

Keterangan :

$Q$  = Debit rencana dengan masa ulang T tahun dalam  $m^3/dt$

$\alpha$  = Koefisien pengaliran

$\beta$  = Koefisien penyebaran hujan

$I$  = Intensitas selama waktu konsentrasi dalam mm/jam

$A$  = Luas daerah aliran dalam Ha

## 2.12 Koefisien Pengaliran (C)

Koefisien pengaliran merupakan nilai banding antara bagian hujan yang membentuk limpasan langsung dengan hujan total yang terjadi. Besaran ini dipengaruhi oleh tataguna lahan, kemiringan lahan, jenis dan kondisi lahan. Pemilihan koefisien pengaliran harus memperhitungkan adanya perubahan tata guna lahan dikemudian hari (Hardiharjaja, 1997). Besarnya koefisien pengaliran dapat dilihat pada tabel 2.8

Tabel 2.8 Koefisien pengaliran

Kondisi Daerah	Koefisien Pengaliran ( C )
Perumahan tidak terlalu rapat 20 rumah/ ha	0.25-0.40
Perumahan kerapatan sedang 20-60 rumah/ha	0.40-0.70
Perumahan Rapat 60-160 rumah /Ha	0.70-0.80
Taman dan daerah rekreasi	0.20-0.30
Daerah Industri	0.80-0.90
Daerah perniagaan	0.90-0.95

(Hardihardjaja, 1997)

### 2.13 Koefisien Penyebaran Hujan

Koefisien penyebaran hujan merupakan nilai yang digunakan untuk mengoreksi pengaruh penyebaran hujan yang tidak merata pada suatu daerah pengaliran. Nilai besaran ini tergantung dari kondisi daerah pengaliran. Untuk daerah kecil biasa diasumsikan kejadian hujannya merata. Besarnya koefisien penyebaran hujan adalah sebagai berikut:

Tabel 2.9. koefisien Penyebaran Hujan

Luas daerah pengaliran (km <sup>2</sup> )	Koefisien penyebaran hujan ( $\beta$ )
0.00 - 4.00	1,000
5,00	0,995
10,00	0,980
15,00	0,955
20,00	0,920
25,00	0,875
30,00	0,820
50,00	0,500

(Hadihardjaja, 1997)

### 2.14 Kapasitas Pengaliran (*Run Off*)

Ketetapan dan menetapkan besarnya debit air harus dialirkan melalui saluran drainase pada daerah tertentu, sangat penting dalam penentuan dimensi saluran. Menghitung besarnya debit rancangan drainase perkotaan umumnya dilakukan dengan memakai metode rasional karena luasan daerah aliran relatif kecil, kehilangan air sedikit dan waktu konsentrasi relative pendek. Apabila luas daerah pengaliran lebih kecil dari 0.8 km<sup>2</sup>, kapasitas pangaliran dapat dihitung dengan metode rational

$$Q = f.C.Cs.\beta.I.A.10^{-6} \quad (2-34)$$

Keterangan :

- $Q$  = Kapasitas pengaliran dalam  $m^3/dt$   
 $f$  = Faktor konversi sebesar 0,278  
 $\beta$  = Koefisien penyebaran hujan  
 $C$  = Koefisien pengaliran  
 $C_s$  = Koefisien penampungan  
 $I$  = Intensitas hujan pada periode tertentu mm/jam  
 $A$  = Luas daerah pengaliran dalam km

### 2.15 Kapasitas Saluran ( $Q_{saluran}$ )

Kapasitas aliran akibat air hujan harus dialirkan melalui saluran drainase sampai ke titik hilir. Debit hujan yang dianalisa menjadi debit aliran untuk menentukan dimensi saluran, maka apabila dimensi drainase diketahui untuk menghitung debit saluran digunakan rumus sebagai berikut (Suripin, 2004)

$$Q = V \cdot A \quad (2-35)$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S_0^{1/2} \quad (2-36)$$

Keterangan :

- $Q$  = Debit saluran ( $m^3/dt$ )  
 $V$  = Kecepatan aliran ( $m/dt$ )  
 $A$  = Luas penampang basah ( $m^2$ )  
 $R$  = Jari-jari hidrolis =  $A/P$   
 $P$  = Panjang penampang basah (m)  
 $n$  = Koefisien kekasaran manning  
 $S_0$  = Kemiringan dasar saluran



Tabel 2.10 Koefisien kekerasan manning

Jenis Saluran	Koefisien <i>Manning</i> (n)
1. Saluran Galian	
a. Saluran tanah	0,022
b. Saluran pada batuan, digali merata	0,035
2. Saluran dengan Lapisan Perkerasan	
a. Lapisan beton seluruhnya	0,015
b. Lapisan beton pada kedua sisi saluran	0,020
c. Lapisan blok beton pracetak	0,017
d. Pasangan batu di plester	0,020
e. Pasangan batu, diplester pada kedua sisi saluran	0,022
f. Pasangan batu, disiar	0,025
g. Pasangan batu kosong	0,030
3. Saluran Alam	
a. Berumput	0,027
b. Semak - semak	0,050
c. Tak beraturan, banyak semak dan pohon, batang pohon banyak jatuh kesaluran	0,015

(Notodiharjo, 1998)

Kondisi debit pembuangan berfluktuasi sehingga perlu memperhatikan perihal kecepatan aliran ( $v$ ) agar pada saat debit pembuangan kecil masih dapat mengangkut sedimen, dan pada saat debit besar masih aman dari erosi. Syarat yang berhubungan dengan aliran mantap merata disebut dengan aliran normal.

Tabel 2.11. Hubungan (I) dengan jenis material

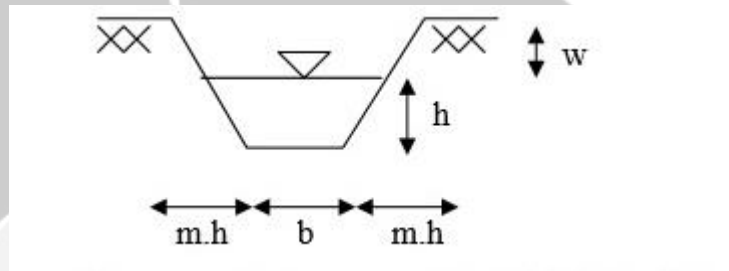
Jenis Material	Kemiringan selokan samping (I %)
Tanah asli	0 – 5,0
Kerikil	5,0 – 7,5
Pasangan	7,50

## 2.16 Bentuk Penampang Saluran

Dalam perencanaan dimensi saluran harus direncanakan agar memperoleh tampang yang ekonomis. Dimensi saluran terlalu besar berarti menjadi mahal

sebaliknya jika dimensi terlalu kecil tingkat kegagalan proyek akan terlalu besar. Bentuk perencanaan penampang saluran yang umum digunakan adalah sebagai berikut:

1. Saluran berbentuk trapesium



Gambar 2.14 Saluran Trapesium (SNI 03-3424-1990)

a. Luas tampang saluran (A)

$$A = b \cdot h + m h^2 \quad (2-37)$$

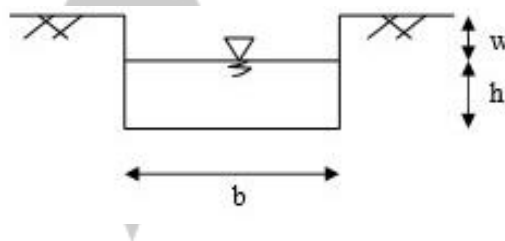
b. Keliling basah (P)

$$P = \frac{A}{n} = m h + 2 h \sqrt{(m^2 + 1)} \quad (2-38)$$

c. Jari-jari hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P} \quad (2-39)$$

2. Saluran Berbentuk Persegi panjang



Gambar 2.15 Saluran Persegi Panjang (SNI 03-3424-1990)

a. Luas tampang saluran (A)

$$A = b \cdot h \quad (2-40)$$

b. Keliling basah (P)

$$V = 2h + b \quad (2-41)$$

c. Jari-jari hidrolis (R)

$$R_s = \frac{A}{P} \quad (2-42)$$

## 2.17 Konsep Eko-Drainase

Menurut Maryono (2005) Konsep Eko-Drainase (*Eco-Drainage Concept*) yaitu, “Release of excess water to the rivers at an optimal time which doesn’t cause hygienic and flood problem”. Eko-Drainase suatu usaha membuang/mengalirkan air kelebihan ke sungai dengan waktu seoptimal mungkin sehingga tidak menyebabkan terjadinya masalah kesehatan dan banjir di sungai terkait (akibat kenaikan debit puncak dan pemendekan waktu mencapai debit puncak).

Konsep Eko-Drainase dapat diuraikan ada dua pendekatan yang digunakan antara lain :

1. pendekatan eko-hidrolik, yakni pengelolaan Drainase yang dilakukan dengan memperhatikan fungsi hidrolik dan fungsi ekologi.
2. pendekatan kualitas air, yakni upaya meminimalkan dan atau meniadakan pencemaran air yang dapat menyebabkan masalah kesehatan bagi manusia dan flora-fauna.

Konsep eko-drainase merupakan salah satu unsur dari konsep pengelolaan hujan integratif (*Integrated Stormwater Management*). Pengelolaan secara integratif ini bukan hanya diartikan secara administratif dari hulu ke hilir, namun juga harus diartikan secara substantif menyeluruh menyangkut seluruh aspek yang

berhubungan dengan Drainase, yang meliputi semua aspek; aspek teknis operasional pengelolaan drainase, lembaga/ institusi, keuangan/pembiayaan, peran masyarakat dan atau swasta dan hukum peraturan (Maryono, 2005).

## 2.18 Metode Memanen Air Hujan

Menurut Maryono (2005) Metode yang dikembangkan di Indonesia guna menanggulangi masalah pengelolaan air hujan, termasuk masalah air genangan di kota-kota akibat hujan adalah dengan metode memanen hujan (*rain water harvesting*) sebagai berikut :

1. Metode memanen hujan dengan kolam atau bak tando air rumah tangga.
2. Metode memanen hujan kolam dan sumur resapan.
3. Metode memanen hujan dengan tanggul pekarangan.
4. Metode Memanen hujan dengan revitalisasi danau, telaga dan situ.
5. Metode memanen hujan dengan modifikasi landscape.
6. Metode memanen hujan dengan mempertahankan hutan

## 2.19 Sumur Resapan

Menurut Kusnaedi (2007), sumur resapan merupakan sumur atau lubang pada permukaan tanah yang dibuat untuk menampung air hujan agar dapat meresap ke dalam tanah. Menurut Sunjoto (1988), secara teoritis volume dan efisiensi sumur resapan dapat dihitung berdasarkan keseimbangan air yang masuk ke dalam sumur dan air yang meresap ke dalam tanah dapat ditulis sebagai berikut:

$$H = \frac{Q}{FK} \left[ 1 - e^{-\left(\frac{FKT}{\pi R^2}\right)} \right] \quad (2-43)$$

Keterangan :

H = Tinggi muka air dalam sumur (m)

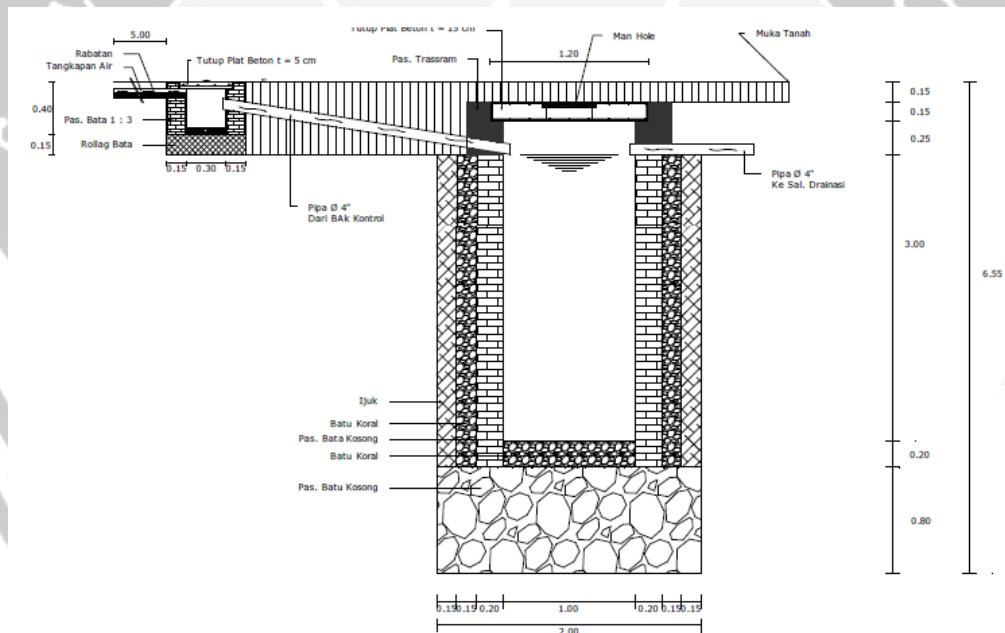
F = Faktor geometrik (m)

Q = Debit air masuk ( $\text{m}^3/\text{dt}$ )

T = Waktu pengaliran (dt)

K = Koefisien permeabilitas tanah (m/dt)

R = Jari-jari sumur (m)



Gambar 2.16 Sketsa Sumur resapan